

51

Int. Cl. 2:

G 02 B 5/16

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 28 12 346 A 1

11

Offenlegungsschrift 28 12 346

21

Aktenzeichen:

P 28 12 346.8-51

22

Anmeldetag:

21. 3. 78

43

Offenlegungstag:

28. 9. 78

50

Unionspriorität:

22 33 31

23. 3. 77 Japan 31032-77

8. 4. 77 Japan '39552-77

54

Bezeichnung:

Lichtverteiler

71

Anmelder:

Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd., Kawasaki, Kanagawa (Japan)

74

Vertreter:

Henkel, G., Dr.phil.; Kern, R. M., Dipl.-Ing.; Feiler, L., Dr.rer.nat.;
Hänzel, W., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 8000 München

72

Erfinder:

Ozeki, Takeshi, Tokio

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DE 28 12 346 A 1

21. März 1978

2812346

P a t e n t a n s p r ü c h e

- (1.) Lichtverteiler, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Anzahl optischer Fasern (z.B. 17, 18) mit jeweils einem verjüngten Abschnitt (z.B. 13) aufweist und daß die verjüngten Abschnitte der optischen Fasern thermisch miteinander verschweißt sind und einen Lichtmischbereich (z.B. 23) bilden, in welchem die Kerne bzw. Adern der optischen Fasern von einem einzigen Überzug umschlossen sind.
2. Lichtverteiler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kerne oder Adern der optischen Fasern innerhalb des Überzugs in einer gemeinsamen Ebene nebeneinander liegen.
3. Lichtverteiler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kerne bzw. Adern der optischen Fasern innerhalb des Überzugs so angeordnet sind, daß sie - in Axialrichtung des Lichtmischbereichs gesehen - eine kreisförmige Anordnung bilden.
4. Lichtverteiler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf die kleinere Endfläche des Lichtmischbereichs ein Reflexionsfilm aufgetragen ist.
5. Lichtverteiler nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflexionsfilm aus Gold oder Aluminium hergestellt ist.
6. Lichtverteiler, insbesondere nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Anzahl optischer Fasern aufweist, die jeweils eine sich in Doppelkonus-

809839/0923

.2.

form verjüngende Einschnürung enthalten, und daß die Einschnürungen der optischen Fasern thermisch miteinander verschweißt bzw. verschmolzen sind und einen Lichtmischbereich bilden, in welchem die Kerne oder Adern der Fasern von einem einzigen Überzug umschlossen sind.

7. Lichtverteiler, insbesondere nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er optische Fasern aufweist, die sich an mindestens einem Ende konisch verjüngen, und daß die sich verjüngenden Endabschnitte der optischen Fasern thermisch miteinander verschweißt bzw. verschmolzen sind und einen Lichtmischbereich bilden, in welchem die Kerne oder Adern der Fasern von einem einzigen Überzug umschlossen sind und dessen End- oder Stirnfläche mit einem Reflexionsfilm beschichtet ist.

Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.
Kawasaki-shi, Japan

53P125-3

Lichtverteiler

Die Erfindung betrifft einen optischen Lichtverteiler, insbesondere ein Lichtverteiler-element, das ein optisches Signal von einer optischen Faser auf eine andere mit nur geringem Verlust der optischen Eingangs- oder Eingabeenergie überträgt.

Es ist ein optisches Übertragungssystem bekannt, bei dem elektrische Signale in optische Signale umgewandelt und die so erhaltenen optischen Signale über optische Fasern bzw. Faserbündel von einer Station zu einer anderen übertragen werden. Bei diesem System ist es normalerweise nötig, ein optisches Signal von einer Station zu mehreren anderen Stationen zu übermitteln. Dies bedeutet, genauer gesagt, daß ein optisches Signal von einer einzigen optischen Faser auf eine Anzahl optischer Fasern übertragen werden muß. Für diesen Zweck wird ein Lichtverteiler benutzt.

Es sind bereits verschiedene Arten von Lichtverteilern bekannt. Ein solcher Lichtverteiler weist gemäß Fig. 1A optische Fasern 1 und 2 auf, die jeweils aus einem Überzug 3 und einem Kern 4 bestehen. Ein Teil jeder optischen Faser wird dabei erwärmt und gestreckt, so daß ^{gek}in ihm eine sich in Form eines Doppelkonus verjüngende Einschnürung 6 bildet. Die Fasern 1 und 2 werden dann mit ihren Einschnürungen ⁶parallel zueinander angeordnet. Danach wird der Spalt zwischen den Einschnürungen 6 gemäß Fig. 1B mit einem Klebmittel 5 ausge-

809839/0923

füllt. Bei dieser Anordnung bilden die Einschnürungen 6 der Fasern 1 und 2 den Lichtverteilerabschnitt.

Von den Einschnürungen 6 des so hergestellten Lichtverteilers können optische Signale effektiv abgenommen werden. Die optischen Signale werden dabei jedoch beim Durchgang durch das Klebmittel 5 zwischen den Überzügen 3 teilweise durch das Klebmittel 5 absorbiert, so daß die Signalverteilung mit einem unvermeidbaren Verlust (Dämpfung) erfolgt. Außerdem können die optischen Signale an der unregelmäßigen Oberfläche des Klebmittels 5 gestreut werden, woraus sich ebenfalls ein Signalverlust ergibt. Um die Oberfläche der Klebmittelfüllung 5 genügend glatt auszubilden, muß das Klebmittel unter so streng gesteuerten Bedingungen angebracht werden, daß eine kostensparende Massenfertigung des Lichtverteilers unmöglich wird.

Vorzugsweise ist das optische Klebmittel 5 nur in einem Lichtmischbereich zwischen den Linien E-E und F-F in Fig. 1A vorhanden. Ein Lichtstrahl wird in den ersten Konusabschnitten der Fasern 1 und 2 gesperrt (cut-off), worauf er sich über eine unverkleidete Faser ausbreitet, die aus einer optischen Faser und dem umgebenden Medium, im vorliegenden Fall Luft, besteht. Das Licht breitet sich dabei über die ganze Fläche des Lichtmischbereichs, einschließlich der optischen Fasern 1 und 2 aus. Theoretisch sind die zweiten Verjüngungs- oder Konusabschnitte der Fasern 1 und 2 auf Abstand voneinander angeordnet, so daß sie das sich im Lichtmischbereich ausbreitende Licht unter Fortpflanzung desselben aufnehmen, wobei die in jede Faser einfallende Lichtmenge dem Faserquerschnitt pro-

portional ist. In der Praxis besitzt jedoch der Lichtmischbereich eine Breite von nur wenigen hundert Mikron, so daß es sich als sehr schwierig erweist, das optische Klebmittel 5 nur auf diesen engen Lichtmischbereich aufzubringen und es in diesem abbinden zu lassen.

Gemäß Fig. 1B verringert sich außerdem der Prozentsatz, mit welchem das gestreute Licht im Lichtmischbereich die Oberfläche der zweiten bzw. Ausgangs-Konusabschnitt bestrahlt, proportional zur Querschnittsfläche des optischen Klebmittels 5. Hierdurch wird der sog. Packungsanteilverlust erhöht. Dies bedeutet, daß die auf die Oberflächen der Fasern 1 und 2 auftreffenden optischen Signale, die einander zugewandten Flächenabschnitte ausgenommen, nicht in von den Ausgangsteilen der Fasern geleitete Signale umgewandelt werden können, so daß sich ein großer Verlust bzw. eine große Dämpfung der optischen Signale ergibt.

Ein anderer bisheriger Lichtverteiler besitzt einen sternförmigen Aufbau gemäß Fig. 2A und 2B. Dieser Lichtverteiler besteht aus einer Anzahl optischer Fasern 7a bis 7g, die unter Bildung einer dicht gedrängten Sechseckkonfiguration zusammengesetzt sind. Die Faserbündel 7a - 7g sind an ihren Enden zusammengefaßt und mit einem Kernglas 8 überzogen, das seinerseits mit einem Reflexionsfilm oder einem Glasfilmüberzug 9 beschichtet ist, der einen Mischbereich 10 bildet.

Ein beispielsweise in das Faserbündel 7a eintretendes optisches Signal pflanzt sich über einen durch das Kernglas 8 gebildeten Lichtmischbereich 10 in ersteres fort. Im Licht-

mischbereich 10 breitet sich das Licht in allen Richtungen aus, wobei die gestreuten Lichtanteile auf den Reflexionsfilm 9 auftreffen, um sodann durch alle Faserbündel 7a-7g in entgegengesetzter Richtung zu laufen und schließlich die Stirnflächen der Faserbündel 7a - 7g zu beleuchten. Auf diese Weise wird ein an eines der Faserbündel 7a - 7g angelegtes optisches Signal auf alle Faserbündel 7a - 7g übertragen. Auf diese Weise wird eine Datenübertragung oder -übermittlung zwischen den optischen Faserbündeln 7a - 7g möglich, die - in Axialrichtung bzw. im Querschnitt des Lichtverteilers gesehen - sternförmig angeordnet sind.

Jedes optische Faserbündel bzw. "Kabel" besteht aus einem Bündel einiger oder mehrerer Hundert feiner optischer Fasern, von denen eine zur Übertragung eines optischen Signals dient. Der Packungsanteil, d.h. das Verhältnis, in welchem die Kerne oder Adern der optischen Fasern die Querschnittsfläche des optischen Faserstrangs einnehmen, liegt dabei bei nur etwa 0,3. Dies bedeutet, daß die optischen Faserbündel 7a - 7g einen niedrigen Lichtfortpflanzungswirkungsgrad gewährleisten. Da sich nur der von den Kernabschnitten aufgefangene Lichtanteil mit niedriger Dämpfung fortpflanzen kann, begrenzt das Packungsanteilverhältnis die kleinste Einfügungsdämpfung des sternförmigen Kopplers gemäß Fig. 2A und 2B. Da das Kernglas 8 homogen ist, wird ein z.B. an das Faserbündel 7a angelegtes optisches Signal zwar auf alle anderen Faserbündel 7b - 7g übertragen, jedoch nicht gleichmäßig. Mit anderen Worten: die auf ein Faserbündel übertragene oder verteilte Lichtmenge weicht erheblich von der auf die anderen Faserbündel übertragenen Lichtmenge ab. Insbesondere empfängt das zentrale Faser-

.7.

bündel 7g im Vergleich zu den Faserbündeln 7b - 7f sehr wenig Licht.

Außerdem tritt eine große Dämpfung der optischen Eingangssignale an der Stelle auf, an welcher die optischen Faserbündel 7a - 7g auf den Lichtmischbereich 10 treffen. Zur Herabsetzung dieser Dämpfung ist es notwendig, die Faserbündel 7a - 7g möglichst parallel zur Achse des Lichtmischbereichs 10 anzuordnen, falls die Faserbündel 7a - 7g eine kleine numerische Apertur besitzen. Wenn zudem der Endreflektor gegenüber der senkrecht zur Achse verlaufenden Ebene geneigt wird oder ist, können die optischen Faserbündel 7a - 7g nicht die gesamten, reflektierten Lichtstrahlen abfangen, wodurch der Lichtübertragungswirkungsgrad des Lichtverteilers vermindert wird.

Aufgabe der Erfindung ist damit die Schaffung eines Lichtverteilers, welcher optische Signale mit geringem Verlust bzw. geringer Dämpfung der optischen Eingangsenergie zu übertragen vermag und der insbesondere einen so einfachen Aufbau besitzt, daß er sich ohne weiteres auf Massenfertigungsbasis herstellen läßt.

Bei diesem Lichtverteiler soll außerdem der Unterschied in den zwischen den optischen Fasern oder Faserbündeln verteilten Lichtmengen herangesetzt sein.

Diese Aufgabe wird bei einem Lichtverteiler der vorstehend umrissenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß er eine Anzahl optischer Fasern mit jeweils einem verjüngten Abschnitt aufweist und daß die verjüngten Abschnitte der optischen Fasern thermisch miteinander verschweißt sind und einen Lichtmisch-

809839/0923

bereich bilden, in welchem die Kerne bzw. Adern der optischen Fasern von einem einzigen Überzug umschlossen sind.

Im folgenden sind bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung im Vergleich zum Stand der Technik anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1A und 1B eine Seitenansicht bzw. eine Schnittansicht eines bisherigen Lichtverteilers,

Fig. 2A und 2B eine Seitenansicht bzw. eine Schnittansicht eines anderen bisherigen Lichtverteilers,

Fig. 3 eine Seitenansicht eines Lichtverteilers mit Merkmalen nach der Erfindung,

Fig. 4A, 4B und 4C Schnitte längs der Linien 4A-4A, 4B-4B bzw. 4C-4C in Fig. 3,

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung zur Veranschaulichung des Lichtverteilers nach Fig. 3,

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Ausbildung der sich in Doppelkonusform verjüngenden Einschnürungen der optischen Fasern des Lichtverteilers gemäß Fig. 3,

Fig. 7 eine perspektivische Darstellung des Lichtverteilers nach Fig. 3 in Kupplungs- bzw. Kopplerkonfiguration,

Fig. 8 eine auseinandergezogene perspektivische Darstellung eines beim Lichtverteiler gemäß Fig. 7 verwendeten Halters für die optischen Fasern,

Fig. 9 eine Seitenansicht einer abgewandelten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 10 einen Schnitt längs der Linie 10-10 in Fig. 9,

Fig. 11 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Ausbildung des Endreflektors am Lichtverteiler nach Fig. 9 und

Fig. 12 einen in vergrößertem Maßstab gehaltenen Querschnitt durch eine weitere Ausführungsform der Erfindung.

Die Fig. 1 und 2 sind eingangs bereits erläutert worden.

Die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsform der Erfindung umfaßt zwei optische Fasern 11 und 12, die jeweils mit einer doppelkonusförmig verjüngten Einschnürung 13 versehen sind und die aus Quarzglas oder einem Mehrkomponentenglas, wie modifiziertem Natronkalksilikat, bestehen. Die Einschnürungen 13 der Fasern 11 und 12 sind dabei unter Bildung eines Lichtmischbereichs 14 thermisch miteinander verschweißt. Gemäß Fig. 4B sind daher die Kerne oder Adern 17 und 18 der Fasern 11 und 12 im Lichtmischbereich gemeinsam von einem einzigen Überzug 16 umschlossen, wobei die Kerne 17 und 18 einen anderen Brechungsindex besitzen als der Überzug 16. Das in die optische Faser 11 oder 12 eintretende Licht unterliegt dabei einer diffusen Reflexion im Lichtmischbereich 14.

Die Mittelbereiche 19 der Einschnürungen 13 sind gemäß Fig. 4B sehr dicht oder fest miteinander verschmolzen, während sie gemäß Fig. 4A und 4C zu ihren Enden hin weniger stark verschmolzen sind. Wahlweise können die Einschnürungen 13 auch über

ihre Gesamtlänge hinweg auf die in Fig. 4B gezeigte Weise verschmolzen bzw. verschweißt sein.

Im folgenden ist anhand der Fig. 5 und 6 das Verschweißen der Doppelkonus-Einschnürungen der optischen Fasern beschrieben.

Zu diesem Zweck werden acht beispielsweise aus Natronkalksilikat (soda lime silicate) bestehende optische Fasern 21 mit Aceton gewaschen. Sodann werden fünf optische Fasern 21 auf die in Fig. 5 gezeigte Weise in gegenseitiger Berührung nebeneinander angeordnet. Mit Hilfe eines schnell abbindenden Klebmittels 22 werden die fünf Fasern 21 an zwei Stellen miteinander verklebt. Die zwischen den beiden Klebestellen befindlichen Abschnitte 23 der Fasern 21 dienen dabei als Lichtverteilerbereich. Die nebeneinanderliegend verklebten Fasern 21 werden sodann gemäß Fig. 6 in eine Vorrichtung 30 zur Herstellung der Lichtverteiler eingeführt.

Die Vorrichtung 30 umfaßt ein hohlzylindrisches Heizelement 31, Spannstücke 32 und 33, beispielsweise jeweils in Form einer Silikongummiplatte, und Läufer (runners) 34, die durch einen Schrittschaltmotor angetrieben werden. Die optischen Fasern 21 werden durch das Heizelement 31 hindurchgeführt und so ausgerichtet, daß ihre Abschnitte 23 im Heizelement 31 liegen. Sodann werden die Fasern 21 mittels der Spannstücke 32 und 33 festgespannt und durch die Läufer 34 einstellbar gerade gezogen.

Zur Vereinfachung der Beschreibung sind in Fig. 6 nur zwei optische Fasern dargestellt, die am einen Ende jeweils über

. 11. .

ein Objektiv 36 an eine Lichtquelle 35 angekoppelt sind. Bei diesen Lichtquellen 35 kann es sich um licht mittierende Dioden, Halbleiter-Laservorrichtungen oder He-Ne-Laservorrichtungen handeln. Die anderen Enden der optischen Fasern 21 sind an photoelektrische Detektoren 37 angekoppelt.

Anschließend werden die Abschnitte 23 der Fasern zur Staubentfernung mit Hilfe saugfähiger, mit Aceton getränkter Watte gereinigt, worauf die Lichtquellen 35 eingeschaltet werden, so daß die beiden optischen Fasern 21 das Licht zu den Detektoren 37 übertragen. Daraufhin wird das Heizelement 31 eingeschaltet, um die Abschnitte 23 der Fasern 21 zu erwärmen. Die Erwärmung dauert dabei so lange, bis die Abschnitte 23 miteinander verschmolzen sind. Mit Hilfe des photoelektrischen Detektors 37 kann der Beginn des Verschmelzens der Abschnitte 23 festgestellt werden, weil die zu ihm übertragene Lichtmenge zu Beginn des Verschmelzens um z.B. etwa 5% abnimmt. Sodann werden die beiden Läufer 34 zur Längung oder Dehnung der Abschnitte 23 mit einer Geschwindigkeit von 1 - 2 mm/s in entgegengesetzte Richtungen bewegt. Die Dehnung der Abschnitte 23 wird fortgesetzt, bis der Unterschied in den Ausgangsleistungen an den beiden Austrittsflächen nach Bestimmung mittels des Detektors 37 auf 0,5 dB verringert worden ist. Im Fall der Herstellung eines Lichtverteilers mit mehr als zwei Fasern werden die Ausgangsleistungen der beiden äußersten Fasern der Anordnung zur Bestimmung des Zeitpunkts für die Beendigung der Längung oder Dehnung überwacht.

Beim vorstehend beschriebenen Verfahren werden die Abschnitte 23 der optischen Fasern 21 zu den sich doppelkonusförmig ver-

809839/0923

jüngenden Einschnürungen bzw. "Taillen" gemäß Fig. 3 verformt, die eine Lichtverteiler-Mischzone von etwa 20 mm Länge bilden. Jede Lichtquelle 35 emittiert ihr Licht zum einen Ende einer der optischen Fasern, während mit Hilfe des photoelektrischen Detektors 37 die zu diesem Übertragene Lichtmenge gemessen wird. Auf diese Weise kann die Lichtverteilungskennlinie oder -charakteristik bestimmt werden.

Die Vorrichtung gemäß Fig. 6 ist insofern vorteilhaft, als mit ihrer Hilfe eine Anzahl optischer Fasern 21 erwärmt und verschmolzen bzw. verschweißt und gleichzeitig zur Ausbildung von doppelkonusförmig verjüngten Faserkopplern gestreckt werden kann. In den miteinander verschweißten Mittelbereichen der Einschnürungen sind dabei mehrere Kerne oder Adern von einem einzigen Überzug umschlossen. Das Heizelement 31 ist eine Spule aus Nichrome-Draht mit elliptischem Querschnitt, dessen Haupt- und Nebenachsen eine Länge von 12 mm bzw. 5 mm besitzen. Die Spule besteht beispielsweise aus 10 Windungen. Das auf diese Weise gebildete Heizelement wird mit einem Wechselstrom von z.B. etwa 5A und 50 Hz gespeist.

Der Lichtverteiler gemäß Fig. 3 ist vom sog. "transparenten" bzw. "einseitig wirkenden" Typ. Im folgenden ist nunmehr anhand von Fig. 9 eine andere Ausführungsform der Erfindung beschrieben, die vom sog. "reflektierenden" bzw. "bidirektionalen" Typ ist.

Der "reflektierende" Lichtverteiler gemäß Fig. 9 umfaßt vier optische Fasern 51 - 54, die jeweils aus einem Kern mit einer Dicke bzw. einem Durchmesser von z.B. 80 μ m und einem Über-

zug mit einem Außendurchmesser von z.B. 120 μ m bestehen. Die Ausbildung der sich verjüngenden Einschnürungen erfolgt bei diesem Lichtverteiler auf dieselbe Weise wie beim vorher beschriebenen "transparenten" Lichtverteiler, nur mit dem Unterschied, daß einer der Läuferarme 34A gemäß Fig. 6 weggelassen wird, so daß die Fasern nur in einer Richtung gestreckt werden. Die einseitige Längung der Fasern ergibt Verjüngungen mit kleinerem Verjüngungswinkel, wie dies für den Reflexion-Lichtverteiler gemäß Fig. 9 zweckmäßig ist. Die in Doppelkonusform verjüngten Fasern, deren Einschnürungen gemäß Fig. 10 miteinander verschmolzen oder verschweißt sind, werden an diesen Einschnürungen senkrecht zur Faserachse durchgeschnitten. Hierbei kann ein spiegelglattes Spaltende (cleaved mirror end) erhalten werden, wenn die sich in Doppelkonusform verjüngenden Fasern auf einer zylindrischen Fläche mit einem Radius von etwa 15 mm angeordnet, mit einer Zugspannung von etwa 150 g beaufschlagt und mit einer Diamantklinge angerissen werden. Eine Spiegelfläche am Einschnürungsende kann auch durch Polieren hergestellt werden. Das zuerst genannte Verfahren wird bei einem Lichtverteiler angewandt, dessen Eigenschaften später noch näher erläutert werden.

Für die Ausbildung des Reflexionsendes 57 gemäß Fig. 9 bieten sich zwei Möglichkeiten an, nämlich einmal das Aufdampfen eines Metalls, wie Gold oder Aluminium, das ein hohes Reflexionsvermögen bei der im optischen Datenübertragungssystem angewandten Wellenlänge besitzt. Dabei kann eine Feinlochmaske benutzt werden, um das Aufdampfen auf den Bereich des Einschnürungsendes zu lokalisieren, worauf ein Epoxyharz als Schutz für den aufgedampften Film aufgetragen wird. Die andere Möglichkeit besteht

. 14.

in der Verwendung eines winzigen, metallbedampften Spiegels oder eines winzigen dielektrischen, mehrfach beschichteten Spiegels, der mit Hilfe einer Vorrichtung 60 gemäß Fig. 11 angebracht wird. Diese Vorrichtung 60 umfaßt einen Faserhalter 61, einen Skalenknopf 62 für die Vertikaleinstellung, einen Spiegelhalteblock 63, einen Azimutwinkel-Einstellmechanismus 64 und einen Skalenknopf 65 für waagerechte bzw. horizontale Drehung. Die sich verjüngende Faserreihe mit Einschnürung-Spalt- oder -Schnittfläche wird am Faserhalter 61 angeklebt. Sodann wird ein kleiner Spiegel 66 auf den Spiegelhalteblock 63 aufgelegt. Unter Beobachtung mittels eines schwach vergrößernden Mikroskops werden die Winkel des Spiegels 66 relativ zur Fasereinschnürung so eingestellt, daß der Spiegel senkrecht zur Spiegelfläche zu liegen kommt. Die senkrechte Lage läßt sich mittels des Mikroskops leicht überwachen, um den Neigungswinkel zwischen der tatsächlichen Fasereinschnürung und ihrem Spiegelbild oder Abbild zu steuern. Nach der Wegbewegung des Faserendes durch Drehen des Vertikal-Skalenknopfes wird ein Epoxyharzkleber in dünner Schicht auf den Spiegel aufgetragen. Sodann wird das Ende der Fasereinschnürung zum Verkleben mit dem Spiegel zurückbewegt. Nach dem Abbinden des Klebers ^{wird} der Spiegelhalteblock 63 mit dem Faserhalter 61 verklebt.

Der Lichtverteiler gemäß Fig. 9 kann in eine Kopplerkonstruktion der Art gemäß Fig. 7 eingebaut werden. Dieser Koppler umfaßt einen Faserhalter 40, ein Gehäuse 41, einen Klebetisch 42 und optische Anschlüsse 43. Der Halter 40 wird durch zwei recht eckige Glasplatten 44 und 45, zw 1 an der Glasplatte 44 angeklebte und auf Abstand voneinander angeordnete Glas-

809839/D923

Tragelemente 46 und 47 sowie zwei Glas-Tragelemente 48 und 49 gebildet, die mit gegenseitigem Abstand mit der Glasplatte 45 verbunden sind. Die optischen Fasern 21 werden so auf die Tragelemente 46 und 47 aufgelegt, daß ihre sich doppelkonusartig verjüngenden Einschnürungen 23 zwischen diesen beiden Tragelementen liegen. Sodann wird ein Klebmittel auf die Tragelemente 46, 47 aufgetragen, und die Glasplatte 45 wird an ihren Tragelementen mit der Glasplatte 44 verklebt, so daß der Lichtverteiler sicher verspannt ist.

Der den Lichtverteilerabschnitt 23 verspannende Faserhalter 40 wird am Boden des Gehäuses 41 befestigt. Auf dem Klebetisch 42 werden die optischen Fasern 21 mit gleichmäßigen Abständen nebeneinander angeordnet und dann mit den betreffenden optischen Anschlüssen 43 verbunden, die von der einen Seite des Gehäuses 41 nach außen ragen und an dieser Seite auf gleiche Abstände voneinander verteilt sind.

Der auf diese Weise hergestellte Lichtverteiler gemäß Fig. 9 weist einen zwischen den Linien A-A und B-B liegenden, z.B. 5 mm langen Lichtmischabschnitt auf. Der Abschnitt zwischen den Linien A-A und C-C ist z.B. ebenfalls 5 mm lang.

Ein an die optische Faser 51 angelegtes optisches Signal pflanzt sich über den verjüngten Abschnitt zur verschweiften Lichtmischzone 97, d.h. den Bereich zwischen den Linien A-A und B-B in Fig. 9 fort. Das einfallende Licht unterliegt dabei einer mehrfachen Totalreflexion an der Grenzfläche zwischen dem Faserkern und dem Überzug im isolierten, verjüngten Faserkern. Die gegenüber der Achse des verjüngten Faserteils gebil-

deten Winkel der zurückgeworfenen Lichtstrahlen vergrößern sich im Verlauf der Reflexion längs des Verjüngungsabschnitts. Wenn diese Winkel schließlich den kritischen Totalreflexionswinkel übersteigen, der durch die Brechungsindizes von Faserkern und Überzug bestimmt wird, beginnen sich die Lichtstrahlen im gesamten Bereich von Kern und Überzug der Faser auszubreiten bzw. zu spreizen. Diese Lichtstrahlen werden nun von einer sozusagen "unbeschichteten" Faser geführt. Das einen niedrigeren Brechungsindex besitzende Umgebungsmedium, im vorliegenden Fall Luft, schließt den Lichtstrahl im Gas der Faser durch Totalreflexion ein. Nachdem die Lichtstrahlen die Mischzone erreichen, beginnt das Mischen des Lichts. In der Mischzone verläuft das Brechungsindexprofil komplizierter, weil mehrere Faserkerne in einem einzigen Überzug vorhanden sind. Dies stellt eines der deutlichen Unterscheidungsmerkmale gegenüber dem bisherigen Mischers dar, wie er eingangs beschrieben worden ist. In der Mischzone, wo die Faserüberzüge miteinander verschmolzen sind, sind die Lichtstrahlen einer diffusen Reflexion und Brechung aufgrund des komplizierten Brechungsindexprofils der Mischzone unterworfen, so daß die Lichtintensitätsverteilung in der Mischzone effektiv gleichmäßig wird. Das Licht, d.h. das Gemisch aus Lichtstrahlen, setzt sich weiter zum Endreflektor 57 fort und wird an diesem reflektiert, um zur Mischzone zurückzulaufen, in welcher das Licht wiederum einer wiederholten diffusen Reflexion und Brechung unterworfen wird. Die hiervon herrührenden Lichtstrahlen werden unter Gewährleistung einer gleichmäßigen Lichtintensitätsverteilung gemischt, wobei sich diese Lichtintensität in ziemlich gleichem Verhältnis auf die Verjüngungsenden der optischen Fasern aufteilt. Danach werden die Lichtstrahlen, die sich am erweiterten Ende der Verjüngung

unmittelbar außerhalb der Mischzone über den gesamten Bereich von Faserkern und Überzug ausbreiten, wieder zu einem vom Kern geführten Strahl zurückgeformt, nachdem sie wiederum eine wiederholte Totalreflexion durch den isolierten Verjüngungsabschnitt der Faser(n) erfahren haben.

Es wurden einige Lichtverteiler mit eingeschnürten Fasern, die in der verjüngten Einschnürungs-Mischzone miteinander verschmolzen oder verschweißt waren, angefertigt und untersucht. Dabei wurde das Verhältnis, in welchem das in eine der Fasern einfallende Licht auf die restlichen Fasern verteilt wurde, aufgezeichnet und in Form der nachfolgenden Tabelle 1 niedergelegt. Dabei wurde beispielsweise das in die Faser¹/eingegebene Licht in dem Verhältnis auf die anderen Fasern 2 - 8 verteilt, wie dies durch die numerischen Werte (in dB) in der ersten Zeile der Tabelle angegeben ist. Bei dem Lichtverteiler, dessen Leistungsteilungsverhältnis in Tabelle 1 angegeben ist, handelt es sich um einen aus sich verjüngenden Fasern bestehenden Reflexions-Lichtverteiler mit acht Adern. Das in eine der Faseradern einfallende Licht wird auf alle acht Adern, einschließlich der genannten einen Ader, aufgeteilt. Die Messung der von der Einfalls- oder Eingabeader aufgenommenen Teilleistung ist ziemlich schwierig, weshalb das Leistungsverhältnis C_{ij} ($i=j$) nicht angegeben ist.

.18.
Tabelle 1

Cij		Ausgang							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Ein- gang	1	-	11,1	12,0	12,2	12,6	12,6	12,7	12,4
	2	11,1	-	11,6	12,1	12,4	12,6	12,5	12,3
	3	12,1	11,8	-	11,8	12,5	12,9	12,9	12,5
	4	12,5	12,4	12,1	-	12,2	13,0	13,1	12,8
	5	12,9	12,8	12,6	12,1	-	12,1	12,7	12,5
	6	12,9	12,9	12,9	12,6	12,0	-	12,1	12,1
	7	12,8	12,7	12,8	12,8	12,4	12,2	-	11,4
	8	12,4	12,3	12,5	12,3	12,1	12,1	11,3	-

(alle Werte in dB)

Zum Vergleich wurden bisher übliche Lichtverteiler der Art gemäß Fig. 2, jedoch aus vier Fasern, untersucht, um festzustellen, in welchem Verhältnis das einer der Fasern eingespeiste Licht auf alle Fasern verteilt wird. Die Ergebnisse finden sich in der folgenden Tabelle 2.

Tabelle 2

		Ausgang			
		1'	2'	3'	4'
Ein- gang	1	7,8	9,9	9,9	9,1
	2	10,0	6,2	9,7	9,0
	3	9,6	9,4	5,8	10,1
	4	9,1	10,4	10,2	7,6

(Alle Werte in dB)

809839/0923

. 19.

Ein Vergleich zwischen den Daten von Tabelle 1 und denen nach Tabelle 2 läßt deutlich erkennen, daß das Lichtverteilungsverhältnis beim erfindungsgemäßen Lichtverteiler vorteilhaft verbessert ist. Weiterhin zeigen die Tabellen 1 und 2, daß beim bisherigen Lichtverteiler der Art gemäß Fig. 1, bei dem der Lichtmischbereich durch Elemente mit demselben Brechungsindex gebildet ist, die von der Streuung eines optischen Eingangssignals herrührenden Lichtstrahlen zu stark gerichtet sind, um im Lichtmischbereich so gründlich gemischt werden zu können, wie dies gewünscht wird.

Vorzugsweise sollten die sich verjüngenden Abschnitte der optischen Fasern beim Lichtverteiler nach Fig. 3 oder Fig. 9 mit einem Reflexionsfilm aus z.B. Gold oder Aluminium durch Vakuum-Aufdampfen beschichtet werden. Im Fall von beschichteten Verjüngungsabschnitten hindert dieser Film das eingespeiste Licht an einem Austritt in den verjüngten Abschnitten.

Im Fall der Ausführungsformen nach Fig. 3 und Fig. 9 sind die optischen Fasern in ein und derselben Ebene angeordnet, doch können sie auch auf die in Fig. 12 gezeigte Weise gebündelt sein. Genauer gesagt: der Lichtmischabschnitt 70 kann dabei einen kreisförmigen Querschnitt besitzen und durch einen kreisrunden Überzug 71 gebildet sein, in welchem die Faserkerne oder -adern 72 in dreidimensionaler Konfiguration angeordnet sind.

20:
Leerseite

2812346

Nummer: 28 12 348
 Int. Cl. 2: G 02 B 5/16
 Anmeldetag: 21. März 1978
 Offenlegungstag: 28. September 1978

23.

FIG. 1A (Stand der Technik)

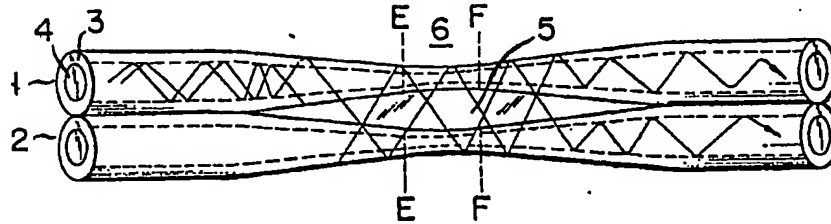


FIG. 1B (Stand der Technik)

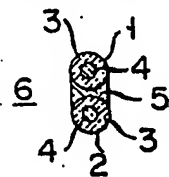


FIG. 2A (Stand der Technik)

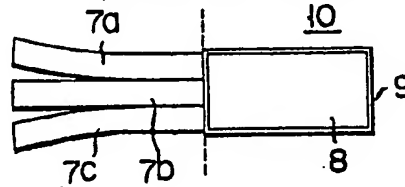


FIG. 2B

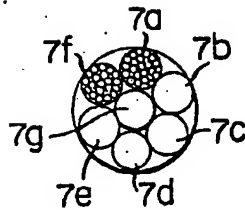


FIG. 4A FIG. 4B FIG. 4C

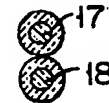
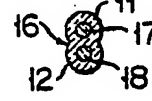
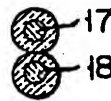


FIG. 3

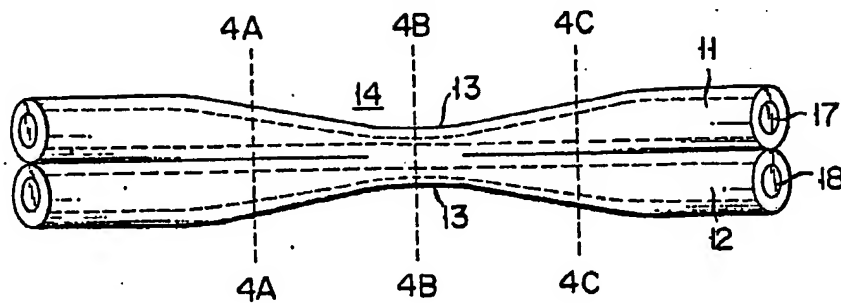
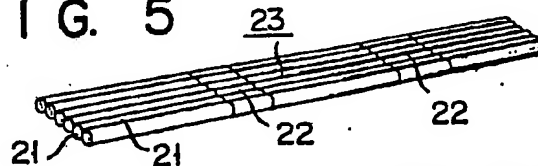


FIG. 5



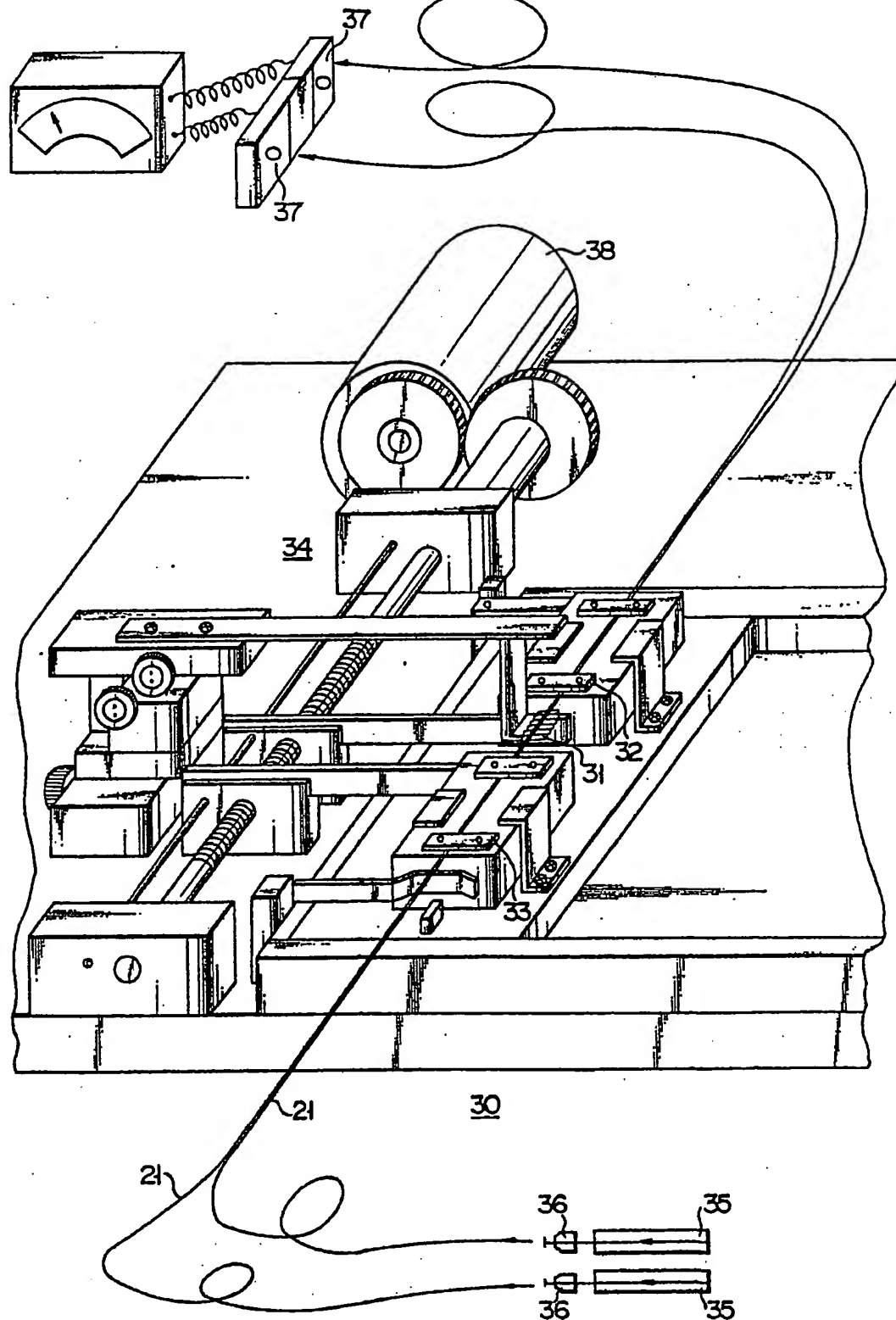
809839/0923

Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.
 Kawasaki-shi, Japan

2812346

21.

FIG. 6



809839/0923

Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.
Kawasaki-shi, Japan